

**ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC**

NGUYỄN HUY VIỆT

**NGHIÊN CỨU HIỆN TƯỢNG SÓNG VA TRONG CHẤT
LỎNG CHỨA BỌT HƠI**

LUẬN VĂN THẠC SĨ TOÁN HỌC

THÁI NGUYÊN - 2013

**ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC**

NGUYỄN HUY VIỆT

**NGHIÊN CỨU HIỆN TƯỢNG SỐNG VÀ TRONG CHẤT
LỒNG CHỨA BỌT HƠI**

**Chuyên ngành: Toán ứng dụng
Mã số: 60.46.01.12**

LUẬN VĂN THẠC SĨ TOÁN HỌC

Người hướng dẫn khoa học: PGS.TS NGUYỄN VĂN TUẤN

THÁI NGUYÊN - 2013

MỤC LỤC

LỜI CẢM ƠN	2
Danh sách các kí hiệu và chữ viết tắt.....	3
MỞ ĐẦU.....	5
CHƯƠNG I	8
TỔNG QUAN.....	8
CHƯƠNG II - CƠ SỞ LÝ THUYẾT.....	12
2.1. HIỆN TƯỢNG NƯỚC VA	12
2.1.1. Nước va khi đóng khoá tức thời	14
2.1.2. Nước va khi đóng khoá từ từ.....	17
2.2. HIỆN TƯỢNG SÓNG VA TRONG HỖN HỢP CHẤT LỎNG CHỨA BỘT HƠI.	19
2.2.1 Hệ phương trình thủy nhiệt động lực học đối với hỗn hợp chất lỏng chứa bột hơi.....	20
2.2.2. Phương pháp giải số.....	25
2.2.3. Chương trình tính toán:.....	27
Chương III.....	30
MỘT SỐ KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU HIỆN TƯỢNG SÓNG VA TRONG HỖN HỢP CHẤT LỎNG CHỨA BỘT HƠI.....	30
KẾT LUẬN	41
KIẾN NGHỊ VỀ NHỮNG NGHIÊN CỨU TIẾP THEO	42
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	43

LỜI CẢM ƠN

Để hoàn thành luận văn Thạc sĩ của mình em xin được gửi lời cảm ơn chân thành tới Ban giám hiệu, phòng Đào tạo, Khoa Toán - Tin, các thầy cô giáo trường Đại học Khoa học - Đại học Thái Nguyên và các thầy giáo đang công tác tại Viện Toán học Việt Nam, các thầy cô giáo đã nhiệt tình truyền đạt cho em những kiến thức quý báu trong suốt quá trình học tập và hoàn thành luận văn Thạc sĩ.

Đặc biệt, em xin được gửi lời biết ơn chân thành nhất tới Phó Giáo sư - Tiến sĩ Nguyễn Văn Tuấn. Người trực tiếp chỉ bảo, hướng dẫn và động viên em trong suốt quá trình nghiên cứu và hoàn thành luận văn.

Xin được gửi lời cảm ơn đến Ban giám hiệu, các bạn đồng nghiệp của tôi tại trường Trung Tâm Giáo dục thường xuyên Mường La - Tỉnh Sơn La đã quan tâm, tạo mọi điều kiện thuận lợi nhất để tôi hoàn thành khóa học. Xin cảm ơn các anh chị em học viên lớp cao học K5C đã đoàn kết, đùm bọc và giúp đỡ tôi trong toàn khóa học.

Cuối cùng xin được gửi lời biết ơn sâu sắc đến những người thân trong gia đình tôi, những người luôn động viên, khuyến khích và giúp đỡ tôi trong suốt quá trình học tập. Thành quả đạt được chính là món quà mà tôi muốn dành tặng cho gia đình thân yêu của mình.

Thái Nguyên, tháng 9 năm 2013

Học viên

Nguyễn Huy Việt

Danh sách các kí hiệu và chữ viết tắt

B	-	Hằng số khí
c, c_{p2}, c_{v2}	-	Nhiệt dung riêng, nhiệt dung riêng khi áp suất và vận tốc không đổi
j	-	Cường độ chuyển pha
l	-	Nhiệt hoá hơi của chất lỏng
n	-	Số lượng bọt
p, p_0	-	Áp suất hỗn hợp, áp suất ban đầu
p_i	-	Áp suất của pha i
p_e	-	Cường độ sóng xung kích ban đầu
q	-	Dòng nhiệt
R, a	-	Bán kính của bọt
R_0, a_0	-	Bán kính ban đầu của bọt
T, T_0	-	Nhiệt độ hỗn hợp, nhiệt độ ban đầu
T_i	-	Nhiệt độ pha i
t	-	Thời gian
v, v_i	-	Vận tốc của hỗn hợp, vận tốc của pha thứ i
w_1	-	Vận tốc hướng kính của chất lỏng chuyển động xung quanh bọt.
w_{1a}	-	Vận tốc màng bọt
Φ, θ, P, W	-	Đại lượng không thứ nguyên của mật độ, nhiệt độ, áp suất và vận tốc màng bọt
α_i	-	Phần thể tích của pha i trong hỗn hợp
α_{i0}	-	Phần thể tích ban đầu của pha i

Σ	-	Hệ số sức căng bề mặt
ξ	-	Tọa độ Lagrange
φ_1, φ_2	-	Hệ số hiệu chỉnh của hỗn hợp
μ_1	-	Hệ số nhớt động lực của chất lỏng
ρ_i, ρ	-	Mật độ của pha i, mật độ của hỗn hợp
ρ_i^0, ρ_0	-	Mật độ thực của pha i, mật độ ban đầu của hỗn hợp
γ	-	Tỷ số giữa nhiệt dung riêng của hơi khi áp suất không đổi và thể tích không đổi
b_1, b_2, b_3, b_4	-	Cường độ của các xung áp suất

MỞ ĐẦU

Chất lỏng không đồng nhất hay hỗn hợp chất lỏng nhiều pha là một môi trường rất phức tạp. Môi trường này thường gặp nhiều trong các quá trình tự nhiên, trong công nghệ hóa học, vật lý... và cũng được ứng dụng rất nhiều trong các ngành công nghiệp năng lượng như: Khai thác, vận chuyển và chế biến dầu khí, thủy điện,... Tuy nhiên, chỉ từ 1950 trở lại đây, việc nghiên cứu về dòng hai pha khí lỏng mới được tiến hành một cách có hệ thống cả về lý thuyết và thực nghiệm. Trong các hỗn hợp này thì quá trình trao đổi nhiệt - chất là một trong những hiện tượng quan trọng không thể tách rời, nhất là trong hiện tượng sóng va trong chất lỏng chứa bọt hơi.

So với môi trường là chất lỏng đồng nhất một pha thì môi trường hỗn hợp hai pha khác xa về tính chất vật lý, nó thể hiện ở chỗ trong hỗn hợp do có sự kết hợp các tính chất phi tuyến vật lý mạnh, sự tán sắc và quá trình hao tán năng lượng nên biểu đồ mô tả các sóng có nhiều dạng. Chính vì vậy, khi thay đổi các điều kiện thủy động lực sẽ dẫn đến sự thay đổi cấu trúc về sóng, các tính chất vật lý nhiệt, và các quá trình tương tác giữa các pha. Tính chất đặc trưng của hỗn hợp chất lỏng chứa bọt hơi trong các quá trình động lực học là sự xuất hiện biến dạng cục bộ của hỗn hợp khi thay đổi thể tích môi trường do sự thay đổi thể tích của bọt. Khả năng mức độ co nén của bọt phụ thuộc mạnh vào sự trao đổi nhiệt và khối lượng giữa pha lỏng và pha khí. Sự xuất hiện đồng thời những năng lượng do của biến dạng này sẽ dẫn tới sóng có cấu trúc khác nhau. Ngoài ra, sự truyền sóng áp suất trong những môi trường như vậy cũng dẫn đến khả năng hóa hơi và ngưng tụ của pha khí, từ đó sẽ dẫn đến sự thay đổi chủ yếu cấu trúc của môi trường.

Do hỗn hợp chất lỏng chứa bọt hơi có tính chất đặc biệt như trên, hơn nữa đây là hỗn hợp xuất hiện rất nhiều trong các lĩnh vực công nghiệp năng

lượng, công nghệ hóa học và các quá trình tự nhiên,... cho nên sự hiểu biết về các hiện tượng có thể xuất hiện khi sóng áp suất lan truyền qua chất lỏng chứa bọt và nhất là khi xảy ra quá trình tương tác giữa các sóng là rất cần thiết.

Căn cứ vào tình hình phát triển của các nghiên cứu về hiện tượng sóng va trong chất lỏng chứa bọt hơi ở trong nước và trên thế giới, mục tiêu chính của đề tài này bao gồm các vấn đề sau:

Nghiên cứu quá trình tăng áp suất tại van, khi van này đóng chặn dòng chảy hai pha chuyển động trong ống với vận tốc v_0

Để thực hiện được mục tiêu nghiên cứu trên, chúng tôi đã thực hiện đề tài có tên: Nghiên cứu hiện tượng sóng va trong chất lỏng chứa bọt hơi.

Nội dung bao gồm các phần sau:

Chương I: TỔNG QUAN

Trình bày tổng quan về sự phát triển và xu hướng phát triển trong lĩnh vực sóng va trong hỗn hợp lỏng - hơi, các hiện tượng xảy ra khi sóng lan truyền trong hỗn hợp.

Chương II: CƠ SỞ LÝ THUYẾT

Trong phần này chúng tôi trình bày hiện tượng nước va trong chất lỏng một pha, trên cơ sở đó sẽ trình bày bằng mô hình vật lý cho hiện tượng trên đối với dòng chảy hai pha và xây dựng hệ phương trình thủy nhiệt động lực học để mô tả hiện tượng trên. Sử dụng chương trình tính và các điều kiện biên phù hợp để giải hệ phương trình trên.

Chương III: Một số kết quả nghiên cứu hiện tượng sóng va trong hỗn hợp chất lỏng chứa bọt hơi.

Trong phần này chúng tôi trình bày một số kết quả nghiên cứu quá trình tăng áp suất trên van đóng, trong hiện tượng sóng va trong hỗn hợp chất lỏng chứa bọt hơi. Nghiên cứu sự ảnh hưởng của vận tốc hỗn hợp, thời gian đóng van và cấu trúc của hỗn hợp lên quá trình tăng áp suất trên.

Bản luận văn này được thực hiện tại trường Đại học Khoa học - Đại học Thái Nguyên và hoàn thành từ ý tưởng nghiên cứu, sự hướng dẫn tận tình và giúp đỡ về mặt khoa học của Phó Giáo sư - Tiến sĩ Nguyễn Văn Tuấn. Tôi xin được bày tỏ lòng biết ơn chân thành tới thầy.

CHƯƠNG I

TỔNG QUAN

Như đã nêu trong phần mở đầu, hỗn hợp hai pha chất lỏng chứa bọt khí hoặc hơi có tính chất đặc biệt, đó là sự kết hợp của các tính chất phi tuyến vật lý mạnh, phân tán và hao tán năng lượng, nên biểu đồ mô tả các sóng có thể có nhiều dạng. Chính vì vậy khi thay đổi các điều kiện thủy động lực, sẽ dẫn đến sự thay đổi các cấu trúc về sóng và các quá trình tương tác giữa các pha. Cho nên sự hiểu biết về các hiện tượng bất thường có thể xuất hiện khi sóng áp suất lan truyền qua chất lỏng chứa bọt hơi là rất cần thiết để giải quyết một loạt các bài toán thực tế như để phân tích chế độ làm việc quá độ của các thiết bị năng lượng, phân tích tình huống hư hỏng và đảm bảo an toàn khi khai thác của các nhà máy điện nguyên tử, phân tích các hiện tượng xâm thực trong các máy tuốc bin, trong các hệ thống truyền dẫn thủy lực, để ứng dụng trong công nghiệp khai thác, vận chuyển và chế biến dầu khí, trong công nghệ hóa học,.. Dẫn đến sự cấp thiết của việc nghiên cứu thủy động lực học về các quá trình sóng trong môi trường chất lỏng có bọt.

Môi trường hỗn hợp của chất lỏng với bọt của khí hòa tan và ngưng tụ (hay khí không hòa tan và không ngưng tụ) thú vị ở chỗ trong chúng được cấu thành từ ba yếu tố chính: tính phi tuyến, sự tán sắc và quá trình hao tán năng lượng [1, 21]. Bức tranh sóng có thể có nhiều dạng và nó dễ dàng thay đổi bằng cách thay đổi các điều kiện thủy động lực, cấu trúc và tính chất vật lý nhiệt của hỗn hợp với các quá trình tương tác của các pha. Điều đặc biệt của hỗn hợp chất lỏng chứa bọt trong các quá trình thủy động lực là sự xuất hiện của năng lượng biến dạng cục bộ của hỗn hợp khi thay đổi thể tích môi trường, sự thay đổi này chủ yếu do sự thay đổi thể tích của bọt trong hỗn hợp do tính chất dễ co lại hay giãn nở của khí (hoặc hơi) trong bọt [3], [6].